

Translation of JP 52-24117A

2/9

# SPECIFICATION

1. Title of the Invention: NONORIENTED ELECTROMAGNETIC  
STEEL SHEET HAVING WEATHERABILITY AND PRODUCTION METHOD  
THEREFOR

## 2. Claims

(1) A nonoriented electromagnetic steel sheet having weatherability, comprising, on a weight basis, C  $\leq$  0.015%, Si 1 to 3.5%, Mn  $\leq$  0.5%, and Cr 1 to 5.5% as main constituent alloying elements and the balance being Fe and impurities.

(2) A production method for a nonoriented electromagnetic steel sheet having weatherability, comprising hot-rolling and pickling an ingot or a continuously cast workpiece containing C  $\leq$  0.1%, Si 1 to 3.5%, Mn  $\leq$  0.5%, and Cr 1 to 5.5% as main constituent alloying elements and the balance being Fe and impurities by employing a common process, cold-rolling the resulting product twice with annealing performed therebetween, and finish-annealing the resulting product by retaining the resulting product at 850°C to 1200°C in a reducing atmosphere for 20 hours or less so that C  $\leq$  0.015% in the finished product.

## 3. Detailed Description of the Invention

The present invention relates to a nonoriented

3/9

electromagnetic steel sheet having weatherability and a production method therefor. In particular, the present invention relates to a nonoriented electromagnetic steel sheet having weatherability and that exhibits magnetic properties such as an iron loss  $W_{10/50}$  of about 40 to 0.9 W/kg and a magnetic flux density  $B_{20}$  of about 1.30 to 1.71 wb/m<sup>2</sup> when processed into a sheet having a thickness of 0.5 mm, and to a production method therefor.

Conventional electromagnetic steel sheets easily develop rust, and thus special care has been taken to prevent rusting during transportation and storage. Accordingly, for example, in packaging an electromagnetic steel sheet, the electromagnetic steel sheet needs to be wrapped carefully with antirust paper and stored in a place that is as dry as possible. This is extremely complicated and sometimes rusting occurs despite all these careful precautions.

Electromagnetic steel sheets are used in a wide range of areas and frequently used in a rust-developing environment. Accordingly, measures such as coating the steel sheet surfaces with paints, oil, and the like are taken to prevent rusting, which extremely complicates the production process.

Addition of an element such as Cr, Ni, or the like to impart corrosion resistance and weatherability to the steel

4

has been conducted to date. However, addition of such an element to an electromagnetic steel sheet inevitably deteriorates the magnetic properties. Thus, development of an electromagnetic steel sheet that simultaneously achieves excellent magnetic properties and weatherability is desired.

The present invention has been made under such circumstances and provides a nonoriented electromagnetic steel sheet having weatherability in which addition of Cr to the steel improves the weatherability when compared with conventional electromagnetic steel sheets but does not substantially deteriorate the magnetic properties. A production method for the nonoriented electromagnetic steel sheet is also provided.

In other words, the present invention provides a nonoriented electromagnetic steel sheet having weatherability, containing, on a weight basis,  $C \leq 0.015\%$ , Si 1 to 3.5%,  $Mn \leq 0.5\%$ , and Cr 1 to 5.5% as main constituent alloying elements and the balance being Fe and impurities and a production method for such a nonoriented electromagnetic steel sheet.

The present invention will now be described in detail.

Since the carbon content in the nonoriented electromagnetic steel sheet of the present invention is preferably as low as possible from viewpoints of magnetic properties and weatherability, the carbon content in the

product is limited to 0.015% or less. The C content in the ingot, i.e., the raw material used in the production, is limited to 0.1% or less for the same reason but is preferably 0.05% or less. Addition of 1% to 3% of Si markedly improves magnetic properties but the improvement becomes moderate at 3% to 3.5%. At a Si content of 3.5% or more, magnetic properties do not improve much but cold workability deteriorates rapidly. Thus, the Si content is limited to 1% to 3.5%.

An adequate amount of Mn is preferably contained since Mn improves mechanical properties although it deteriorates magnetic properties. Thus, the Mn content is limited to 0.5% or less.

As the amount of Cr increases, the weatherability improves. However, the magnetic properties deteriorate as the amount of Cr increases. Thus, the Cr content is limited to 1% to 5.5%. In such a case, at a Cr content less than 1%, weatherability cannot be sufficiently exhibited.

Phosphor deteriorates workability if added in a large amount and sulfur deteriorates magnetic properties. Thus, their contents need to be 0.05% or less and are preferably 0.01% or less, if possible.

The production method will now be described in detail.

An ingot or a continuously cast workpiece having the above-described composition is processed by selecting an

adequate conventional process such as blooming or hot rolling as necessary so as to obtain a hot-rolled sheet having a predetermined thickness. The hot-rolled sheet is, for example, pickled to remove the oxide coating films on the hot-rolled steel sheet surfaces and subjected to primary cold rolling at a reduction ratio of 40% to 90% to obtain a primary cold-rolled sheet. After washing off the grease that adhered on the sheet surfaces during cold rolling, the primary cold-rolled sheet is subjected to intermediate annealing in a furnace in a non-oxidative atmosphere maintained at 850°C to 1000°C for 30 minutes or less. Then secondary cold rolling is performed at a reduction ratio of 2% to 50% so as to obtain a cold rolled sheet having a predetermined thickness. Then finish annealing is performed in a furnace in a reductive atmosphere maintained at 850°C to 1200°C for 20 hours or less to control the C content in the product steel sheet to 0.015% or less.

In this case, the basic procedure is to conduct intermediate annealing after the first cold rolling and then secondary cold rolling because magnetic properties that are deteriorated by addition of Cr are difficult to improve through a method other than this. Moreover, the conditions for primary and secondary cold rolling and the conditions for the finish annealing must be determined on the basis of to the values of target magnetic properties.

7

The present invention will now be described in further detail by way of Examples.

#### EXAMPLES

Nonoriented electromagnetic steel sheets were produced by three types of production processes shown in Table 2 from eight types of steel having compositions shown in Table 1 as raw materials.

In Table 1, steel samples 1 to 4 are of the 3% Si series, and steel samples 5 to 8 are of the 1.5% Si series.

First, in order to confirm improvements in weatherability made by addition of Cr, the resulting products were subjected to dissolution weight loss testing using hydrochloric acid and nitric acid and humidity testing involving continuous exposure to an atmosphere of a temperature of 50°C and humidity of 95% for 48 hours. The results are shown in Table 3.

The results show that compared to conventional electromagnetic steel sheets of Comparative Examples, the products of the present invention clearly showed improvements in weatherability.

An Epstein specimen was cut out from each of the resulting products. The iron loss and the magnetic flux density of the specimens from the products produced through production processes A and B were measured after strain relief tempering and those of the specimens from the

8

products produced through production process C were measured after cutting. The results and the carbon contents (%) of the products are shown in Table 4. As the table clearly shows, there is substantially no difference in magnetic properties between Comparative Examples to which no Cr was added and the products of the present invention. Thus, this shows that the steels of the present invention not only have magnetic properties comparable to those of the conventional products but also exhibit excellent weatherability.

For reference, the comparison of the results of the humidity test shown in Table 3 is shown Fig. 1, and the comparison of the iron loss values in Table 4 is shown in Fig. 2.

Note that in Examples described above, only the examples of the standard ingot making are described. However, the steel of the present invention can be produced through a continuous casting method also. Naturally, the resulting products will have the same advantages as those described in these Examples.

7/9

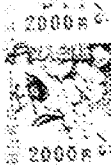
Table 2

Production process	
Common: electric furnace (ingot) → vacuum degassing → ingot making → blooming (1200°C) → 3 m/m hot-rolled sheet	
→ A	
→ B	
→ C	
A: 3 m/m hot-rolled sheet → pickling → 1.2 m/m primary cold rolling → 850°C × 5 min intermediate annealing → 0.5 m/m secondary cold rolling → dry H <sub>2</sub> gas, 1150°C × 20 hours, finish annealing*	
B: 3 m/m hot-rolled sheet → pickling → 1.2 m/m primary cold rolling → 850°C × 5 min intermediate annealing → 0.5 m/m secondary cold rolling → dry H <sub>2</sub> gas, 1150°C × 7 hours, finish annealing*	
C: 3 m/m hot-rolled sheet → pickling → 0.53 m/m primary cold rolling → 900°C × 5 min intermediate annealing → 0.5 m/m secondary cold rolling → dry H <sub>2</sub> gas, 900°C × 5 min, finish annealing*	
*: Conventional means for preventing seizing was employed	

#### 4. Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is a graph showing the difference in amount of rust developed during the humidity test between a product of the present invention and Comparative Example. Fig. 2 is a graph showing a comparison of iron loss between the products of the present invention and Comparative Examples.





(4, 800円) (特許出願料) (特許出願料) (特許出願料)

特 許 願 (1)

昭和50年8月6日

特許庁長官 青 島 英 雄 殿

1. 発明の名称  
耐熱性を有する無方向性電磁線板およびその製造法
2. 特許請求の範囲に記載された発明の数 2
3. 発明者の住所氏名  
〒811-1 福岡県北九州市八幡東区高見2-4-1  
小 泉 英 人 (ほか2名)
4. 特許出願人  
東京都千代田区大手町二丁目8番3号  
(005) 新日本製鐵株式会社  
代表者 平 井 富 三 郎
5. 代理人 千 100  
東京都千代田区丸の内二丁目4番1号  
丸ノ内ビルディング229号(TEL)201-4418・215-1088  
弁護士 (B480) 大 関 和 夫

50 094988

1. 発明の名称  
耐熱性を有する無方向性電磁線板およびその製造法
2. 特許請求の範囲  
(1) 重量%としてC ≤ 0.015%, Si 1~3.5%, Mn ≤ 0.5%, Cr 1~5.5%を主成分含有合金元素とし、炭素F<sub>0</sub>および不純物からなることを特徴とする耐熱性を有する無方向性電磁線板。  
(2) 重量%としてC ≤ 0.1%, Si 1~3.5%, Mn ≤ 0.5%, Cr 1~5.5%を主成分含有合金元素とし、炭素F<sub>0</sub>および不純物からなる合金又は通孔片や通孔の方法で無孔、無孔した後、中間に焼成を施した二回の焼成処理を行い、焼成焼成において還元性雰囲気中で850℃~1200℃の温度に20時間以下に炉中保持して製品でCを ≤ 0.015%とすることを特徴とする耐熱性を有する無方向性電磁線板の製造法。
3. 発明の利便を説明  
本発明は耐熱性を有する無方向性電磁線板およびその製造法に係り、さらに詳しくは耐熱性を有する無方向性電磁線板およびその製造法に係るものである。

JPS2-24117A

19/23

⑩ 日本国特許庁

## 公開特許公報

⑪ 特開昭 52-24117

⑫ 公開日 昭52.(1977) 2.23

⑬ 特願昭 40-84888

⑭ 出願日 昭50.(1975) 8. 6

審査請求 未請求 (全5頁)

庁内整理番号

710P 42  
710P 42  
710P 47

⑮ 日本分類

10 J174  
10 J174  
62 B41

⑯ Int. Cl?

C22C 28/12  
C21D 6/00  
H01F 1/16

以上の製造法に係り、さらに詳しくは耐熱性を有する無方向性電磁線板とした時、炭素 W 10/20 : 1.0 ~ 0.5 W/eq、炭素密度 B<sub>20</sub> : 1.30 ~ 1.71 g/cm<sup>3</sup>程度の耐熱性を有する無方向性電磁線板およびその製造法に係るものである。

従来の電磁線板は耐熱しやすいため、耐熱性に劣るため、耐熱防止のための特別な注意がいられている。そのためたとえば電磁線板を焼成するに際し、耐熱紙で耐熱に包み、大上さるべく乾燥した場所、耐熱する必要がある、おわめて耐熱であるばかりでなく、このように細心の注意を行なつてもなお、耐熱を耐えたりする場合がある。

また電磁線板は使用される分野が非常に広範であり、耐熱しやすいため、使用される場合も多い。そのため、耐熱、耐熱などで耐熱性を耐え、耐熱防止のための方法がとられており、耐熱加工上も耐熱である。

一方、耐熱性、耐熱性を与える目的で、Ni等の元素を耐熱に添加する方法は従来の方法

われているが、これ等の元素を電磁線に添加した合金磁気特性の劣化は避けられない。従つてすぐれた磁気特性を有し且つ耐食性を兼ね備えた電磁線等の開発が望まれる所である。

本発明にこのような添付に鑑みなされたものであつて銅(Cr)を添加することにより従来の電磁線より耐食性を向上させると共にCrの添加による磁気特性の劣化はほとんど見られないような耐食性を有する無方向性電磁線及びその製造法を提供するものである。

すなわち本発明は重量比としてCr 0.015%、Si 1%~3.5%、Mn 0.5%以下、C 1%~3.5%を主要合金元素とし炭素F<sub>0</sub>及び不純物からなることを特徴とする耐食性を有する無方向性電磁線及びこれを製造するための方法である。

以下本発明を詳細に説明する。

本発明の無方向性電磁線の成分中に炭素特性、耐食性の点からできるだけ低い方が良好であるので炭素中のCは0.015%以下とした。また製造法としての特徴である銅のCはこのよう

上記の成分の電線又は電磁片を通常の分選、熱延圧延などの工程を必要に応じて選択しながら実施し所定の厚みの電線を得る。次に電線等により電磁線表面の酸化皮膜を除去したあと、圧下率40%~90%の1次冷間圧延により1次電線を得る。次に冷間圧延時に表面に附着した油剤を洗淨してから850℃~1000℃で保たれた非酸化性雰囲気の中で30分以下の中間焼鈍を行う。次に圧下率2%~50%の2次冷間圧延により所定の厚みの電線を得る。そして最終焼鈍は850℃~1000℃で保たれた還元性雰囲気の中で20時間以下に保ちて製品電線中のCを0.015%以下とする。

この場合1次冷間圧延後、中間焼鈍を行ない、続いて2次冷間圧延を行う方法を基本であり、これ以外の方法ではCrの添加により劣化する磁気特性の改善は困難である。また1次および2次の冷間圧延条件と中間および最終の焼鈍条件は目的とする磁気特性の値に応じて決定しなければならない。

例1 2417(2)

本理由から0.1%以下としたが仮ししくは0.05%以下がよい。Siは1%~3%添加した場合磁気特性は急激に向上し3%~3.5%になると徐々に向上する。しかし3.5%以上になると、磁気特性はほとんど向上せず冷間加工性が急激に悪化するので1%~3.5%とした。

Mnは磁気特性を劣化させる一方機械的性質を向上させるのである程度含有させることが良好であり、0.5%以下とした。

Cは添加量を増加させるにしたがって耐食性は向上するが磁気特性は添加量増加に伴うにつれて劣化して行くので1%~3.5%とした。この場合Cが1%未満では耐食性を充分発揮させることが出来ない。

なおCrは多量に添加した場合は加工性を悪化させ、Siは磁気特性を劣化させるのでそれぞれ0.05%以下であることが必要であり、出来れば0.01%以下であることが望ましい。

次に製造法についての詳細を述べる。

以下本発明を実施例に基づいてさらに詳細に説明する。

実施例

図1表に示した組成からなる8種類の鋼を原料とし図2表に示した工程の製造工程により各種の無方向性電磁線を製造した。

なお図1表で鋼種①~⑧は0.015%、⑨~⑩は1.5%のCである。

まずCrの添加による耐食性の向上を確認するため得られた製品を使用して塩酸、硫酸による腐食試験及び炭素50℃、濃度50%の電解液中で48時間連続腐蝕の腐蝕試験を行なった。これらの結果を図3表に示す。

この結果から明らかにように比較例として使用した従来の電磁線よりも本発明による製品の耐食性は明らかに向上している。

次に得られた製品からニブスライン試験を切り出し製造工程AおよびBの製品は冷間焼鈍後製造工程Cの製品は初期焼鈍と粗製品を測定した。これらの結果を製品のCと併せて図4表に



表 4 表

製品の電気特性

※ 各工種	製品のC%	W <sub>0.05</sub> (w/kg)	W <sub>0.1</sub> (w/kg)	W <sub>0.2</sub> (w/kg)	W <sub>0.5</sub> (w/kg)	
①	A	0.0028	1.00	1.63	1.70	1.79
②	*	0.0032	1.00	1.63	1.69	1.79
③	*	0.0036	1.05	1.62	1.70	1.79
④*	*	0.0035	1.00	1.64	1.71	1.79
⑤	*	0.0030	1.15	1.57	1.63	1.73
⑥	*	0.0035	1.20	1.55	1.62	1.71
⑦	*	0.0035	1.20	1.56	1.63	1.72
⑧*	*	0.0034	1.15	1.57	1.63	1.72
⑨	H	0.0045	1.15	1.55	1.61	1.70
⑩	*	0.0035	1.15	1.51	1.60	1.68
⑪	*	0.0060	1.20	1.52	1.61	1.69
⑫*	*	0.0035	1.00	1.52	1.60	1.69
⑬	*	0.0065	1.35	1.54	1.60	1.69
⑭	*	0.0070	1.32	1.52	1.60	1.68
⑮	*	0.0050	1.30	1.53	1.59	1.67
⑯*	*	0.0062	1.35	1.53	1.61	1.68
⑰	C	0.0088	1.65	1.47	1.58	1.68
⑱	*	0.0080	1.60	1.47	1.59	1.68
⑳	*	0.0088	1.65	1.45	1.56	1.64
㉑*	*	0.0170	1.65	1.48	1.55	1.64
㉒	*	0.0085	1.81	1.53	1.62	1.71
㉓	*	0.0092	1.80	1.52	1.62	1.71
㉔	*	0.0090	1.84	1.52	1.65	1.69
㉕*	*	0.0080	1.80	1.55	1.64	1.73

\* 比較値

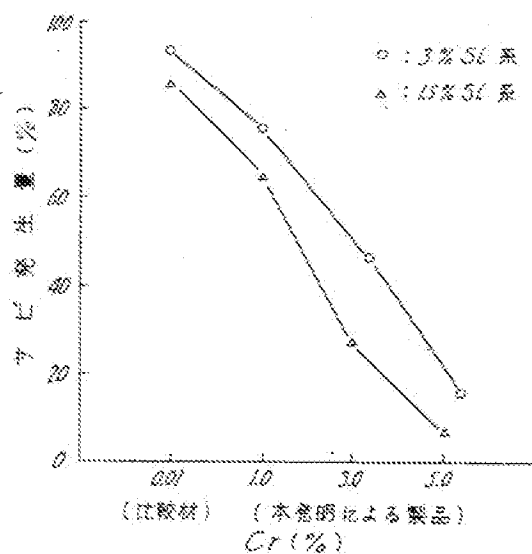
A図面の簡単な説明

第1図は本発明による製品と比較品との電気特性のすべて発生量の差異を示した図、第2図は本発明による製品と比較品との鉄炭量の比較を示した図である。

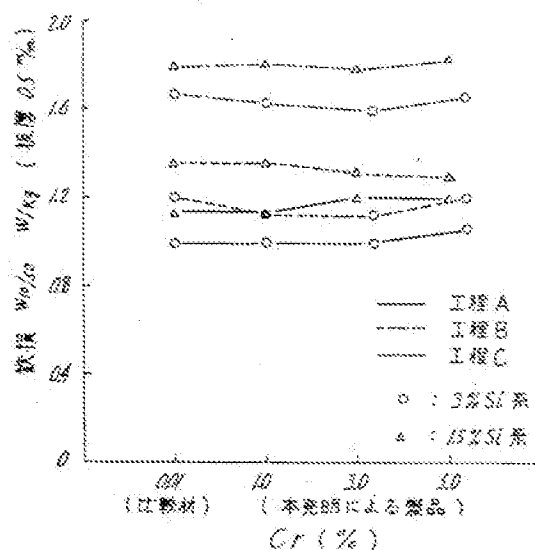
特許出願人 新日本製薬株式会社

代理人 大 塚 和 夫

第1図



第2図



23/23

特許第24117(5)

予 経 補 正 書 ( 第 第 )

昭和50年10月21日

特許庁長官 青 藤 英 雄 殿

6. 添付書類の目録

- |             |     |
|-------------|-----|
| (1) 明 細 書   | 1 通 |
| (2) 図 面     | 1 通 |
| (3) 願 書 副 本 | 1 通 |
| (4) 委 任 状   | 1 通 |

7. 前記以外の発明者

東京池田山ついでし野まーまー22

中 川 泰 弘

神奈川県相模原市相模原3-3-2

中 川 泰 弘

1. 事件の表示

昭和50年特許第69498号

2. 発明の名称

耐熱性を有する無方向性電磁波板および  
その製造法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

東京都千代田区大手町二丁目8番3号

(005) 新日本製鐵株式会社

代表者 平 井 嘉 三 郎

4. 代 理 人 守 1 郎

東京都千代田区丸の内二丁目1番1号

丸の内ビルディング2002号(Tel) 03-231-1085

弁護士(昭和) 丸 田 和 次

5. 補正命令の日付 昭和 50 年 月 日

6. 補正の対し

明細書の発明の詳述を製法の欄

1. 補正の内容

明細書第2頁3行「4.0〜0.9 W/㎠」を「4.0  
〜0.9 W/㎠」に補正する。